

## O ESTADO DA ARTE DE BACIAS DE DISSOLUÇÃO GNAMMAS EM AMBIENTES SEMIÁRIDOS

*THE STATE OF THE GNAMMAS DISSOLUTION BASINS IN SEMIARID ENVIRONMENTS*

*EL ESTADO DEL ARTE DE LAS CUENCAS DE DISSOLUCIÓN DE GNAMMAS EM AMBIENTES SEMIÁRIDOS*

**JEOVANES LISBOA DA SILVA FILHO**

Doutorando em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB

E-mail: [jeovanes.lisboa@academico.ufpb.br](mailto:jeovanes.lisboa@academico.ufpb.br) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1790-604X>

**JONAS OTAVIANO PRAÇA DE SOUZA**

Professor do Programa de Pós - Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB

E-mail: [jonas.souza@academico.ufpb.br](mailto:jonas.souza@academico.ufpb.br) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1405-0944>

**Recebido: 02/25    Avaliado: 03/25    Publicado: 04/25**

### RESUMO

O semiárido do Nordeste brasileiro apresenta uma diversidade morfológica de paisagens ainda pouco estudadas, sobretudo na perspectiva de sua gênese e evolução. Entre as várias micro-formas do relevo, destacam-se as Bacias de Dissolução, que são feições escavadas na rocha formadas sob a atuação do intemperismo químico ao longo do tempo. O objetivo central deste artigo é apresentar uma discussão teórica amparada tanto pela literatura nacional quanto internacional sobre os diferentes procedimentos técnicos para a caracterização de Bacias de Dissolução em ambientes semiáridos do Brasil e outras áreas do globo com relevos graníticos. Os resultados apontaram que trabalhar no âmbito da geomorfologia é necessário a adoção de técnicas de análise sedimentológica, estratigráfica, geoquímica e geocronológica. Essas técnicas permitem uma caracterização detalhada da dinâmica ambiental e seus processos genéticos e evolutivos, subsidiando informações para a reconstrução da paisagem. Logo, apresenta-se um conteúdo que possa ser útil para embasar futuros trabalhos com temáticas similares.

**Palavras-chave:** Reservatórios Naturais, Técnicas de Pesquisa, Dinâmica Ambiental

### ABSTRACT

The Brazilian Northeast's semi-arid region has a morphological diversity of landscapes that have not been studied much, especially their genesis and evolution. Among the various micro-forms of the relief, the Marmitas de Dissolução stand out, which are features carved in the rock formed under chemical weathering over time. The main objective is to present a theoretical discussion supported by both national and international literature on the different technical procedures for the characterization of natural reservoirs with an emphasis on semi-arid environments in Brazil and other areas of the world. Geomorphology scope studies require the adoption of sedimentological, stratigraphic, geochemical, and geochronological analysis techniques. These techniques allow a detailed characterization of the features already mentioned and an understanding of their environmental dynamics and their genetic and evolutionary processes, subsidizing information for the reconstruction of the landscape. Therefore, it presents content that can be useful to support future works with similar themes.

**Keywords:** Natural Reservoirs. Research techniques. Environmental Dynamics

## RESUMEN

Lá región Del Nordeste de Brasil presente uns diversidad morfológica de paisajes aún poço estudiadas, especialmente desde la parpectiva de su génesis y evolucion. Entre lãs diversas microformas Del relieve destacan lãs Cuenas de Disolución, que son eccidentes excavados El na roca formados bajo la acción de la meteorización química a lo largo Del tiempo. El objetivo central de este artículo es presentar una discusión teórica sustentada em la literatura nacional e internacional sobre los diferentes procedimientos técnicos para la caracterización de Cuenas de Disolución em ambientes semiáridos de Brasil y otras áreas del mundo com relieves graníticos. Los resultados mostraron que trabajar em El ámbiro de la geomorfología requeira la adapción de técnicas de análisis sedimentológico, estratigráfico, geoquímico y geocronológico. Estas técnicas permiten una caracterización detalhadas de la dinãmica ambiental y sus procesos genéticos y evolutivos, proporcionando información para la construcción Del paisaje. Por lo tanto, se presenta contenido que podría ser útil para apoyar trabajos futuros com temáticas similares.

**Palabras clave:** Reservorios Naturales, Técnicas de Investigación, Dinámica Ambiental

## INTRODUÇÃO

O presente artigo faz um levantamento teórico sobre o estado da arte de feições de dissolução no ambiente semiárido brasileiro, amparado por diversos autores sobre o semiárido, seu déficit hídrico, Bacias de Dissolução, seus processos genéticos e evolutivos, bem como os modelos teóricos e metodológicos para análise de Bacias de Dissolução, além da abordagem morfoestratigráfica e a análise geoquímica. O objetivo foi subsidiar a pesquisa de mestrado em Geografia, a qual versou sobre a caracterização geomorfológica de Bacias de Dissolução nas áreas elevadas do Planalto da Borborema, especialmente na Serra da Baixa Verde PB/PE. Espera-se que as informações contidas neste trabalho possam nortear pesquisas futuras desenvolvidas com temas similares.

O semiárido é uma região caracterizada pela baixa precipitação, elevada taxa de evapotranspiração, solo raso, entre outros. A maioria dos rios desta região podem ser enquadrados como intermitentes ou efêmeros, como definidos por Tooth (2000), para aqueles sistemas fluviais que drenam terrenos áridos ou semiáridos. O interesse internacional pelo estudo desses rios está crescendo motivado pelas previsões de cenários futuros de aumento da temperatura e consequente propagação das áreas secas no mundo (SANTOS, 2015).

Trabalhos sobre o semiárido são amplamente realizados em regiões secas do norte da África e em países como Austrália, Espanha, Estados Unidos e Israel (LIMA; PEREZ FILHO; CUNHA, 2013). Porém, no âmbito da literatura internacional é o Graf (1988) que discute de forma detalhada os processos fluviais em rios de áreas secas (semiáridas), e mais recentemente, por Nanson, Tooth e Knighton (2002), cujo trabalho resgata todo o histórico de estudos nessa área, fazendo uma análise global sobre o regime hidrológico, transporte de sedimentos, geometria e padrões de canais em áreas áridas e semiáridas (CAVALCANTE; CUNHA, 2012).

As terras secas são caracterizadas por vários graus de aridez e existem em uma ampla gama de estruturas tectônicas, estruturais, configurações litológicas e vegetativas. Isso tem sido sugerido, por exemplo, que as terras secas englobam uma maior diversidade de condições hidrológicas do que as zonas mais úmidas (PILGRIM; CHAPMAN; DORAN, 1988; KNIGHTON; NANSON, 1997; NANSON; DENTE; KNIGHTON, 2002; REID; FROSTICK, 2011). E apresentam reduzida precipitação anual, amplitude térmica diária elevada, taxas de evapotranspiração elevadas e, por consequência, elevado déficit hídrico do solo. A distribuição geográfica dessas áreas é ampla, sendo que ocorrem nos cinco

continentes, tanto nas altas quanto nas baixas latitudes, em áreas litorâneas e no interior dos continentes (ELORZA, 1998; LIMA, 2012).

Além das terras secas, suas paisagens e especificidades hidrológicas, o semiárido brasileiro também retrata paisagens características dos chamados Brejos de Altitudes (áreas de exceção), com características distintas das áreas ao seu entorno. Nessas áreas, o recorte territorial contínuo que mais se destaca, contrastando com as feições gerais dos pediplanos secos circundantes, corresponde ao maciço da Serra da Baixa Verde, onde predomina um sistema agrícola característico das áreas de exceção úmida (GOES; CORREA; MONTEIRO, 2019). O clima é um fator importante na relação com o desencadeamento dos processos morfogênicos deposicionais, e, por conseguinte, constitui um elemento fundamental para a compreensão da evolução do modelado do relevo, seja em virtude do caráter das suas flutuações cíclicas ou de eventos episódicos de máxima magnitude, que envolvem a manifestação de um elevado grau de energia em um curto espaço de tempo (FÁVERA, 1984).

Assim, coloca-se a necessidade de uma visão holística sobre como os sistemas aquáticos funcionam, e como eles são estruturados em sua complexidade, que é fundamental para permitir o gerenciamento eficaz e a mitigação dos efeitos antropogênicos. Uma ferramenta importante nesse entendimento é o monitoramento dos principais processos e organismos que geram indicadores sensíveis e efetivos de alterações do sistema e suas consequências nas interações bióticas, que levará a estratégias efetivas para o uso, planejamento, manejo e conservação dos sistemas aquáticos (COTTINGHAM; CARPENTER, 1998; LIKENS, 2001; TUNDISI, 2006).

## BACIAS DE DISSOLUÇÃO EM AMBIENTES SEMIÁRIDOS

Bacias de Dissolução são depressões escavadas na rocha fresca, que devido a controles estruturais, podem apresentar contornos irregulares (WORTH, 1953). Tem sua gênese associada ao intemperismo sobre as rochas graníticas, principalmente, aquelas sujeitas a deformações rúpteis de origem endógena, tais como os elementos característicos às falhas, além do tipo de material litológico (TWIDALE, 1982). De uma maneira geral as Bacias são originadas por processos intempéricos e erosão diferencial, atuantes ao longo do tempo em função da ação de climas secos (CABRAL *et al.*, 2019; SILVA, CORREA e AMORIM, 2017).

Evidências colhidas em literatura especializada Twidale (1982), Campbell (1997), Vidal Romaní e Twidale (1998), Vidal Romaní e Rodriguez (2007) apresentam os processos tectônicos como um fator importante na formação das Bacias de Dissolução. A deformação de blocos falhados produziria movimentos tectônicos diferenciados que alteraria o grau de resistência litológica. Esta diferenciação estrutural e litológica ocorrendo por longos períodos, originaria em subsuperfície a alteração geoquímica da rocha, com formação do *front* de intemperismo. Sendo assim, as características estruturais e geoquímicas das rochas determinariam o grau e intensidade da alteração, produzindo a formação das Bacias de Dissolução.

Estudos realizados por Shakesby *et al.*, (2006), apresentam outro fator que pode influenciar a localização e início de formação das Bacias, é a concentração de tensões em determinados pontos do maciço rochoso. Para os autores, as Bacias podem ser formadas a partir de processo de alteração de um maciço rochoso segundo seu sistema ortogonal de descontinuidade (SILVA, 2017). Evidências também apontam que estejam associadas às flutuações climáticas do Quaternário superior, cujas pulsações de maior energia alcançaram até mesmo o Holoceno médio e superior, com repercussões notáveis sobre o registro sedimentar e arranjos paleoambientais da região (SILVA, 2013).

Corrêa e Silva (2005), ao estudarem os depósitos das Bacias de Dissolução em Conceição das Crioulas, localizado em Salgueiro – PE, verificaram predominância de fluxos de alta energia característicos dos ambientes de encostas e pedimentos transicionais do semiárido nordestino como sistema de transporte dos sedimentos que preenchem as Bacias de Dissolução daquela área. Apesar da falta de datação dos sedimentos na área, os autores, através da análise morfoestratigráfica do depósito, assinalam para uma maior atividade geomorfológica nas encostas em períodos recentes com posterior estocagem do material em pequenas bacias fechadas, associadas a um padrão fluvial radial centrípeto sob regime marcadamente torrencial e sazonal, assim refutando a hipótese de que as depressões ali houvessem evoluído como um sistema lacustre típico.

Na literatura regional as Bacias de Dissolução são chamadas como cacimbas, tanques, caldeirões, entre outras (ROLIM, 1974). São importantes enquanto depósitos de água Campbell (1997) Gutiérrez (2005) Vidal Romaní e Rodrigues (2007) Netoff e Chan (2009). No interior do semiárido do Nordeste brasileiro, as Bacias de Dissolução têm servido como fontes de dados para a reconstrução geomórfica recente da paisagem, a partir do reconhecimento de eventos pretéritos encontrados no registro sedimentar que as preenchem (SILVA, AMORIM e CORREA, 2017).

Verifica-se, então, que a análise geomorfológica dos ambientes atuais constitui uma importante ferramenta para a compreensão evolutiva da paisagem no passado geológico recente. Sendo assim, um aspecto essencial para tal entendimento está na associação do registro estratigráfico aos estudos geomorfológicos como instrumento material para a interpretação e evolução da paisagem, bem como os métodos e técnicas mais recentes de datação, como o uso do  $^{210}\text{Pb}$  (CORREA e SILVA, 2005).

## MODELOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS PARA ANÁLISE DE BACIAS DE DISSOLUÇÃO

Nos últimos anos algumas pesquisas realizadas sob o ponto de vista geomorfológico na China, Japão, Austrália, entre outros, evidenciam a necessidade de realização de estudos com uma visão mais complexa do relevo terrestre, onde além de desvendar os processos morfoestruturais e morfoesculturais, possam apreender a gênese e evolução de forma precisa e, em consequência, identificar as principais transformações ambientais recentes. Nessa perspectiva, surgem um conjunto de diferentes técnicas de análise química, sedimentológica, estratigráfica e geocronológica capazes de gerar dados numa perspectiva de compreensão interdisciplinar da gênese e evolução do relevo.

A geocronologia, por exemplo, quando aplicada aos estudos geomorfológicos é, necessariamente, um campo de aplicações multidisciplinares, sustentando as interpretações sobre a evolução das formas de relevo. Uma série de técnicas de reconstrução ambiental são utilizadas e aplicadas, sobretudo aos depósitos sedimentares que estruturam os modelados agradacionais, permitindo a identificação das condições ambientais vigentes ao longo de diferentes estágios de evolução da forma, incluindo no seu bojo análises sedimentológicas, paleontológicas, além de outras formas de resíduos vegetais como as biosilificações (fitólitos) (CORREA, *et al.*, 2016).

## ABORDAGEM MORFOESTRATIGRÁFICA APLICADA AOS ESTUDOS DO QUATERNÁRIO

A caracterização geomorfológica dos ambientes atuais constitui a base para a compreensão da sequência evolutiva da paisagem no passado geológico recente. Sendo assim, um aspecto essencial para tal entendimento está na associação do registro estratigráfico aos

estudos geomorfológicos como instrumento material para a interpretação da evolução da paisagem (SILVA, 2013).

A Morfoestratigrafia, ramo de estudos proposto por Frye e Willman (1962), dedica-se ao estudo do registro sedimentar do Quaternário. A unidade morfoestratigráfica é entendida como sendo um corpo sedimentar identificável por sua morfologia exposta em superfície, e diferenciada ou não pela litologia e/ou idade das unidades limítrofes (FRYE; WILLMAN, 1969). Ou simplesmente, segundo Hughes (2007, 2010) como a subdivisão de corpos sedimentares baseado em sua forma na superfície (SILVA, 2007; GONÇALVES, 2018).

Frye e Willian (1962) definirem as unidades morfoestratigráficas como sendo os corpos litológicos identificados, basicamente, através de formas de relevo a elas associadas, podendo ou não ser distintos litologicamente das unidades contiguas, subordinando assim, a estratigrafia as formas de relevo (SILVA, 2007). O Código Estratigráfico Norte Americano (N.A.C.S.N., 1983) propõe a categoria de unidades aloestratigráficas como meio capaz de atender tais particularidades, sendo o responsável por explicar a distribuição espacial, a cronologia e a gênese dos pacotes sedimentares recentes, ainda podendo ser aplicada aos estudos de sedimentos mais antigos (MELLO, 1994; SUGUIO, 2003).

Observa-se que a diferenciação dos depósitos sedimentares Quaternários se dá a partir das descontinuidades, onde a identificação das unidades morfoestratigráficas são importantes para estabelecer a cronologia, numa perspectiva de evolução da paisagem.

A classificação aloestratigráfica assume forte significado temporal e colaborativo no detalhamento dos eventos deposicionais, onde a história paleoambiental fica registrada em meio às descontinuidades estratigráficas, basilar para a realização de uma classificação cronoestratigráfica. Fica, então, a evidente necessidade de tais elementos para o entendimento da dinâmica evolutiva de um ambiente deposicional Quaternário, sem necessariamente, apenas abarcar as características litológicas (SUGUIO, 1999; MELO *et al.*, 2005; SILVA, 2013; MOURA e SILVA, 2011; LIMA, 2015).

A paisagem Quaternária atual é o resultado do somatório dos processos históricos por ela adquirida, o qual influenciou diretamente na elaboração e modificação das suas formas (CORRÊA, 2001). Outra questão importante é que para compreender o modelado do relevo é imprescindível investigar os *inputs* climáticos que ocorreram em uma área e foram registrados de várias formas através das mudanças no relevo, nos depósitos correlativos e nas modificações dos sedimentos. Assim, o estudo do Quaternário torna-se uma referência ímpar para investigar as oscilações do clima ao longo do tempo geológico (SILVA, 2016).

O modelado deposicional brasileiro, e nordestino em particular, é marcado pelas evidências de significativas pulsações climáticas que interferiram diretamente sobre os processos de erosão/deposição, e que são confirmadas a partir de indicadores biogeográficos, paleontológicos, geomorfológicos e sedimentológicos (BIGARELLA e AB'SABER, 1964; BIGARELLA e ANDRADE, 1965; SILVA, 2013; GONÇALVES, 2018; SOARS, 2019).

Sendo assim, os estudos voltados para os ambientes deposicionais buscam o entendimento a partir da abordagem sistêmica, apoiando-se no modelo de processo/resposta, onde os diferentes tipos de energias atuantes no sistema são responsáveis por delinear os principais processos que serão regulados pelas características fisiográficas da paisagem (ARRUDA *et al.*, (2005); MABESOONE (1983); ARRUDA, (2004); SILVA, (2013); GONÇALVES (2018). E embora os registros do paleoclima tropical possam fornecer informações importantes sobre a resposta do clima global, os estudos nessa região ainda são muito limitados e escassos (PATZOLD *et al.*, 1998; GERHARDT *et al.*, 2001; WANG AULER *et al.*, 2004; NACE, BEKER *et al.*, 2014; OLIVEIRA, 2016).

Uma das experiências de estudos que se pautaram na análise morfoestratigráfica no Brasil foi realizada na Lagoa Uri de Cima, em Salgueiro (PE). Essa Lagoa tem a sua história de formação sintetizada como a de uma paleodepressão denudada, destituída de capeamento

intempérico, que foi posteriormente preenchida por sedimentos transportados do seu entorno imediato, uma vez que a mesma se situa em posição de cabeceira de rede de drenagem servindo de repositório para os testemunhos das ocupações circunjacentes. Sob o ponto de vista da evolução da paleopaisagem até a paisagem contemporânea, pode-se afirmar que a Lagoa Uri de Cima é marcada por uma contínua desconectividade hidrológica/sedimentológica entre a rede de drenagem e os níveis de base locais (MUTZENBERG *et al.*, 2013).

## APLICAÇÃO DA FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X (FRX)

Os instrumentos de fluorescência de raios-X modernos são capazes de produzir análises quantitativas de materiais complexos com precisão que iguala ou excede aquela dos métodos clássicos ou outros métodos instrumentais. Para uma precisão adequada das análises, esta requer a disponibilidade de padrões de calibração que se aproximem da composição e características físicas das amostras, ou métodos matemáticos satisfatórios para lidar com efeitos interelementares (SKOOG *et al.*, 2002; SANTOS, *et al.*, 2013). A Espectrometria de Fluorescência de Raios X - FRX, é fundamental para definir os elementos químicos das amostras a partir de óxidos, obtendo dados consistentes e contribuindo para determinar as taxas de intemperismo, caracterização geoquímica, origem do sedimento, entre outros (SILVA, 2016).

Apesar dos poucos trabalhos no âmbito da caracterização química de sedimentos no semiárido do Nordeste brasileiro, já há experiências como os trabalhos de Silva e Souza (2020), no estudo sobre os depósitos aluviais da bacia Riacho do Tigre - PB, os quais adotaram a técnica Espectrometria de Fluorescência de Raios X (FRX) para definir os elementos químicos das amostras a partir de óxidos, obtendo dados consistentes e contribuindo para determinar as taxas de intemperismo ocorrido através do contato da água pluvial com os minerais contidos nos depósitos sedimentares. Além de outros como (LIRA, 2014; SILVA, 2016, GONÇALVES, 2018; FONSECA, 2018; AMORIM, 2015).

Recentemente, Fonsêca (2018) no estudo sobre a gênese e evolução da paisagem geomorfológica ao longo do Quaternário Tardio, tendo como recorte espacial o rebordo oriental do Piemonte da Borborema. As análises geoquímicas com adoção de FRX e DRX serviram para colaborar na interpretação da análise morfoestratigráfica, junto aos dados sedimentológicos e datação por Luminiscência Ópticamente Estimulada (LOE) dos preenchimentos sedimentares de depósitos colúviais e aluviais.

## GEOCROLOGIA COM A APLICAÇÃO DE <sup>210</sup>Pb

A técnica de <sup>210</sup>Pb é uma das possibilidades de datação com maior precisão, pois sem métodos precisos de datação de sedimentos recentes não é possível fornecer uma descrição quantitativa dos sedimentos, da taxa de acumulação e dos processos de deposição, que são a chave para a reconstrução de condições ambientais passadas. Um modelo de alta resolução cronológica para sedimentos é a datação radiométrica, que é uma técnica muito eficaz na aplicabilidade geral, onde se pretende fornecer uma determinação absoluta da idade (CARROLL; LERCHE, 2003).

No Brasil, o primeiro trabalho com datação de sedimentos usando o <sup>210</sup>Pb foi realizado na Baía de Guanabara - RJ, em 1986, fruto de uma cooperação entre pesquisadores brasileiros e alemães até 1998, cinco outros artigos envolvendo a datação de sedimentos amostrados no Brasil são encontrados na literatura, mas sempre com a datação sendo realizada no exterior em colaboração com outros grupos de pesquisa. As publicações internacionais com base na

*Web of Science* no período de 2013-2017, encontram-se na faixa de 800 publicações sobre datações de sedimentos empregando a chamada técnica do  $^{210}\text{Pb}$  (GODOY, 2018).

No semiárido brasileiro, a experiência de trabalhos utilizando técnicas de datação com o uso do  $^{210}\text{Pb}$  ainda são pontuais. Já a técnica morfoestratigráfica tem sido muito empregada para caracterizar os depósitos quaternários, principalmente devido ao caráter descontínuo dos mesmos (BLUM; TORNQVIST, 2000). Outra técnica bastante adotada é a arquitetura deposicional. Esse método de análise é baseado na representação de seções sob a ótica bidimensional e tridimensional, usando perfis verticais para o detalhamento de camadas. As exposições dos depósitos são fotografadas paralelamente à extensão lateral do afloramento, e os detalhes referentes à estratificação e litofácies são desenhados em níveis de sobreposição com o auxílio de programas de computador (MIALL, 1996; FETT JÚNIOR, 2005). A datação com Luminescência Ópticamente Estimulada (LOE) também é um caminho metodológico com bastante aceitação e aplicação na tentativa de desvendar a história evolutiva de lagos (CHEN; AITCHISON; ZONG, 2016).

Alguns estudos têm utilizado medidas de decaimento do  $^{210}\text{Pb}$ , que é um método bastante preciso para a quantificação dos sedimentos através de amostras coletadas em campo. Esta técnica baseia-se na determinação do teor de  $^{210}\text{Pb}$  presente nos sedimentos, tendo em vista que o  $^{210}\text{Pb}$  decai com uma meia-vida de 22 anos, e o decréscimo de sua atividade com a profundidade do sedimento pode fornecer uma indicação sobre a taxa de acumulação dos sedimentos naquela área, e a sua relação com fatores exógenos, tais como atividades agropecuárias (COSTA JÚNIOR, 2011; SHUCHUN *et al.*, 2009; SOUZA, 2007).

Técnicas de datação com o uso de  $^{210}\text{Pb}$  provaram ser confiável, não importa se a taxa de acumulação de sedimentos é uniforme ou não (APPLEBY, 1998). Até agora, existem cinco modelos de idade frequentemente, que são chamados de Fluxo Constante de Dedimentação Constante (CFCS), o Modelo de Concentração Inicial Constante (CIC), o modelo de Taxa de Oferta Constante (CRS), o modelo Corrigido do CRS, e a Tomografia Isotópica de Sedimentos (SIT) (CHEN *et al.*, 2006; JIN *et al.*, 2010; YAN *et al.*, 2002; ZHANG *et al.*, 2004). Porém, é importante evidenciar que também é consenso que datar sedimentos de lagos em zonas áridas e semiáridas usando métodos excessivos de  $^{210}\text{Pb}$  é desafiador por causa das variações climáticas irregulares e efeitos antropogênicos (LAN, ZHANGA e YANGA, 2018).

Em geral, dois modelos básicos estão disponíveis para cálculos de idade: que é o *Constant Initial Concentration* (CIC) e o *Constant Rate of Supply* (CRS). O CRS foi originalmente proposto por Krishnaswamy *et al.*, (1971) e então desenvolvido por Appleby e Oldfield (1978) e Robbins (1978). Este modelo assume que há uma precipitação constante de  $^{210}\text{Pb}$  de a atmosfera à superfície do sedimento, resultando em uma taxa constante fornecimento de  $^{210}\text{Pb}$  aos sedimentos, independentemente de que pode ter ocorrido na taxa de acumulação de sedimentos.

O modelo (CRS) provou ser confiável na maioria dos casos (BINFORD, 1990). Isto é apoiado pelos resultados apresentados por Appleby (2008), incluindo sedimentos coletados de lagos no deserto na China, Chile e no deserto Egito. Com base em Binford *et al.* (1993) o modelo CRS pode ser mais apropriado em lagos de infiltração e conseqüentemente são empregamos para datar os sedimentos recentes (LIU, *et al.*, 2012).

Em um estudo realizado no Açude do Saco I, no município de Serra Talhada (PE), as taxas de sedimentação foram determinadas através do  $^{210}\text{Pb}$ , pelo método de contagem  $\beta$  total, utilizando-se os modelos *Constant Initial Concentration* (CIC) e *Constant Rate of Supply* (CRS). O  $^{210}\text{Pb}$  estava presente em todas as amostras, em concentrações de atividade similares quando calculados pelos modelos CIC e CRS, no entanto, considerando que este açude recebe contribuições de alguns cursos d'água, o modelo CRS apresentou-se como o mais adequado. Para a determinação da taxa de sedimentação e das idades dos sedimentos foi observado que a

taxa de sedimentação cresceu com o aumento da profundidade e houve um declínio da taxa de sedimentação e do fluxo dos sedimentos no decorrer do tempo (FERREIRA, 2012).

A literatura internacional também revela algumas experiências de análise sedimentológica e datação com  $^{210}\text{Pb}$ , sempre na perspectiva de poder identificar as principais mudanças ambientais recentes. Mizugaki, Nakamura e Araya (2006), ao estudarem a história da deposição de sedimentos ocorrida no último século no rio Kushiro Mire, no Japão, para registrar as principais mudanças ocorridas a curto, médio e longo prazo (20, 40, 200) anos respectivamente, utilizaram a técnica de datação do  $^{210}\text{Pb}$ .

Nos últimos anos, técnicas cronológicas usando  $^{210}\text{Pb}$  foram usadas em ambientes áridos e semiáridos por Owens e Walling, (1996); Chappell, (1996); Chappellet *et al.*, (1998); Collins *et al.*, (2001); Ritchie *et al.*, (2003); Nearing *et al.*, (2005). Chappell (1999), os quais sugeriram que em ambientes áridos e semiáridos a técnica de  $^{210}\text{Pb}$  oferece o maior potencial para medir a redistribuição do solo em toda a paisagem nos ambientes semiáridos, onde a redistribuição do solo envolve considerável variabilidade temporal dos fatores controladores.

Grenfell, Rowntree e Grenfell (2012) ao investigarem os processos sedimentares em um sistema descontínuo estabeleceram como eles impactaram o escoamento superficial da paisagem no semiárido da África do Sul, na tentativa de identificar a morfologia e a evolução da paisagem local. A geocronologia com o  $^{210}\text{Pb}$  apontou que a avulsão mais recente ocorreu após uma das estações mais chuvosas registradas, onde o dobro da média anual da chuva caiu em apenas alguns meses. Uma série de paleo-inundações ao longo do comprimento das ravinas implica que o processo de formação de inundações e assoreamento não é restrito ao passado recente, e ocorre em longo prazo.

As cronologias precisas de sedimentos são de importância crucial na interpretação das variações temporais de sedimentos lacustres. Entre estes métodos cronológicos, o uso do  $^{210}\text{Pb}$  enquanto técnica de datação é um dos meios mais importantes para datar sedimentos recentes (0-130 anos) (APPLEBY, 2001). Essa técnica cronológica é amplamente utilizada no solo, na avaliação da erosão, evolução de lagos e mudanças climáticas (CHAPPELL, 1999; CHEN *et al.*, 2006; OWEN *et al.*, 1990; LANA, ZHANGA e YANGA, 2018).

Verifica-se o quanto as técnicas geocronológicas, a exemplo do  $^{210}\text{Pb}$ , são importantes para compreender a dinâmica ambiental recente de lagos. Observam-se, também, outras técnicas de caracterização sedimentológica e análise geoquímica, as quais podem fornecer elementos fundamentais para a interpretação e caracterização granulométrica dos sedimentos em Marmitas de Dissolução, quanto para a caracterização das estruturas mineralógicas de materiais geológicos, ou seja, na identificação de minerais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As áreas semiáridas expressam uma diversidade paisagística, geomorfológica e ecológica, evidenciando os contrastes geográficos locais e regionais. Essa diversidade é tanto do ponto de vista físico, quanto social e cultural, relacionado aos costumes, valores e os diferentes usos da terra, que variam a depender do solo, das condições climáticas e da cultura local. Os recursos hídricos são, em sua maioria, o bem natural mais precioso, onde sempre se prima cada vez mais por formas de armazenamento.

Sabe-se, também, que o semiárido por ser uma área que apresenta um déficit hídrico anual e está sujeito a importantes períodos de escassez de água. Portanto, a discussão da proteção, planejamento de gestão de recursos hídricos é de fundamental importância na tentativa de procurar identificar possibilidades de armazenamento e uso da água. É importante que esse planejamento seja realizado de forma multi-escalar, incluindo as pequenas fontes de águas como as Bacias de Dissolução, as quais são expressivas do ponto de vista do uso doméstico e agropecuário.

As Bacias de Dissolução são ambientes (eco-hidrofísicos) que sustentam e mantêm o funcionamento de diversos ecossistemas. Apresentam formas e profundidades variadas, com diferentes usos e, em alguns casos, ameaçadas de poluição das mais diversas. Sendo assim, abre um leque de opções de estudos ainda pouco aprofundados em sua complexidade. Desse modo, o uso de diferentes técnicas de análise sedimentológica, geoquímica, morfoestratigráfica e geocronológica tornam-se imprescindíveis na busca de compreender a dinâmica ambiental recente dessas feições.

Cabe evidenciar, também, a escassez de trabalhos tanto na literatura nacional, quanto internacional que abordem um entendimento sobre a gênese e evolução de bacias de dissolução em ambiente sub-úmido seco. Nessa ótica, surgem algumas abordagens metodológicas e procedimentos técnicos para datação dos preenchimentos sedimentares. A datação com o  $^{210}\text{Pb}$  (chumbo 210) é uma das técnicas mais avançadas para datação de sedimentos recentes, bem como uma das mais precisas e que dispõe de resultados inovadores, os quais podem indicar respostas da dinâmica ambiental recente, a qual tem forte influência da ação humana.

Verificam-se vários trabalhos já desenvolvidos sob o ponto de vista da Geomorfologia e da Geografia Física no semiárido, os quais apresentam resultados competentes quanto à identificação e caracterização, e podem ser a base para indicar dados primordiais para subsidiar futuros trabalhos de planejamento e gestão ambiental. Entender as nuances presentes na complexidade dos elementos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, pedológicos, climáticos, biogeográficos, entre outros, é uma atividade que requer uma análise sistêmica que traz em si o ideal de que é possível superar limitações, sejam práticas, ou de natureza teórico-conceitual para poder apreender as inter-relações dos fenômenos naturais e sociais do espaço geográfico.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, Rodrigo de Freitas. **Integração entre dinâmicas geomorfológicas multitemporais no planalto da Borborema, semiárido do NE do Brasil**. 2015. 194 f. Tese (Doutorado em Geografia) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2015.

AMORIM, R. F.; CORRÊA, A. C. B., MUTZENBERG, D., MEIRA, D. A. Evolução holocênica das encostas da bacia do riacho Bruscas, Nordeste do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 39, p. 112-125, 2020.

ARAÚJO-JÚNIOR, H.I.; Porpino, K.O. Assembléias fossilíferas de mamíferos do Quaternário do Estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil: diversidade e aspectos tafonômicos e paleoecológicos. **Pesquisas em Geociências**, v. 38, n. 01, p. 67-83, 2011.

BLUM, M. D; TÖRNQVIST, T. E. Fluvial responses to climate and sea-level change: a review and look forward. **Sedimentology**, v. 47, p. 2-48, 2000.

CABRAL, C. J.; LIRA, D. R.; SILVA, O. G.; CORRÊA, A. C. B. Condicionantes Fisiográficos para a Distribuição de Marmitas de Dissolução em rochas cristalinas no estado de Pernambuco. In: PINHEIRO L. S; GORAYEB, A. **Geografia Física e as Mudanças Globais**, Fortaleza Editora UFC, 2019. p. 20-35.

CHEN, Y.; AITCHISON, J.; ZONG, Y. OSL dating of past lake levels for a large dammed lake in southern Tibet and determination of possible controls on lake evolution. **Landforms**, v. 41, n. 11, p. 1467-1476, 2016.

CAVALCANTE, Andréa Almeida; CUNHA, Sandra Baptista da. morfodinâmica fluvial em áreas semiáridas: discutindo o vale do rio jaguaribe-ce-brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 1, p. 39-49, 2012.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. **Physical Geography: a system approach**. Londres: Prentice Hall Inc, 1971. 672p.

CORRÊA, A. C. B; SILVA, D. G. Análise geomorfológica e morfoestratigráfica dos modelados deposicionais da área de Conceição das Crioulas, Salgueiro – PE: um subsídio para a reconstrução paleoambiental. **CLIO Série Arqueológica**. p. 28- 44, 2005.

CORRÊA, A. C. B *et al.* Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. Revista do **Instituto Geológico**, n. 31, p. 35-52, 2012.

ELORZA, M.G. Geomorfología y cambio climático en zonas áridas. Zaragoza: **Sdad. Coop. de Artes Gráficas**, 1998. 87 p.

FERREIRA, Clarisse Wanderley Souto. **Sedimentação em um reservatório de água no semiárido de Pernambuco**. 2011. 109f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2011.

FONSÊCA, D. N; CORRÊA, A. C. B.; LIRA, D. R. TAVARES, B. A. C. Chemical, physical and mineralogical attributes as markers in the identification of depositional events in the Eastern Northeast of Brazil. **Journal of South American Earth**, v. 104, p. 1-14, 2020.

GRENFELL, S.E; ROWNTREE, K.M, GRENFELL, M.C. Morphodynamics of a gully and floodout system in the Sneeuberg Mountains of the semi-arid Karoo, South Africa: Implications for local landscape connectivity. **Elsevier B.V**, v. 89, p. 8-21, 2012.

GONÇALVES, Rhandysson Barbosa. Significado geomorfológico dos sedimentos cenozóicos do baixo curso do Rio Capibaribe (PE). 2018. 138 f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

GODOY, José Marcus. **Datação de Sedimentos com 210Pb: Resgate do Histórico da Poluição Ambiental no Antropoceno**. Rev. Virtual Quim. v. 10 n. 6 pp. 1733-1757, 2018.

GUTIÉRREZ, M. Climatic Geomorphology. **Elsevier Science e Technology**, 2005. 774p.

LAN, B.; ZHANG, D.; YANG, Y. Lacustrine sediment chronology defined by <sup>137</sup>Cs, <sup>210</sup>Pb and <sup>14</sup>C and the hydrological evolution of Lake Ailik during 1901–2013, northern Xinjiang, China. **Catena**, v. 161, p. 104-112, 2018.

LIMA, F. J. **Evolução geomorfológica e reconstrução paleoambiental do setor subúmido do Planalto Sedimentar do Araripe: um estudo a partir dos depósitos coluviais localizados nos municípios de Crato e Barbalha – Ceará**. 2015. 192 f. Tese (Doutorado em

Geografia) - Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2015.

MABESOONE, J.M., Oliveira, L.D.D. & Damasceno, J.M. Desenvolvimento dos Tanques Fossilíferos no Semi-áridoNorteriograndense. In:**Congresso brasileiro de geologia**, Natal, 1990. p. 733-741.

MAIA, R.P; NASCIMENTO, M.A.L. Relevos Graníticos do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. São Paulo v.19, p.373-389, 2018.

MIZUGAKI, S; NAKAMURA F; ARAYA T. Using dendrogeomorphology and <sup>137</sup>Cs and <sup>210</sup>Pb radiochronology to estimate recent changes in sedimentation rates in Kushiro Mire, Northern Japan, resulting from land use change and river channelization. **Elsevier**, v. 68, p. 25-40, 2006.

MÜTZENBERG, D.; CORRÊA, A. C. B.; CISNEIROS D.; VIDA, I. A.; FELICE, G.Daltrini; SILVA, D.G.; Khoury, H.; LIBONATI, R. Sítio Arqueológico Lagoa Uri de Cima: cronoestratigrafia de eventos paleoambientais no semiárido nordestino.**Fundamentos**, v. 01, n. 10, p. 51-67, 2013.

OLIVEIRAA, D.P. Weatheringandclayformation in semi-arid calcareoussoils from Northeastern Brazil. **Catena**, v. 162, p. 325-332, 2018.

REID, I.; FROSTICK, L.E. Distinctivenessanddiversityofarid zone river systems. Stephen Tooth and Gerald C. Nanson. *Arid Zone Geomorphology*. 3. ed. Chichester, England: **John Willey and Sons**, 2011.p. 270-300, 2011.

SANTOS, J. C. B; PERA, E; SOUZA, V. S; CORREA, J.M.M; AZEVEDO, A.C. Gneiss saprolite weathering and soil genesis along an east-west regolith sequence (NE Brazil). **Catena**, v 150, p. 279-290, 2017.

SANTOS, L.A. **Geomorfologia e Quaternário do rio Vaza-Barris, Nordeste, Brasil**.2015. 79 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Rio Claro, 2015.

SILVA, D. G; CORRÊA, A. C. B. Evolução paleoambiental dos depósitos de tanques em Fazenda Nova, Pernambuco - **Nordeste do Brasil**. **Rev. Bras. Geografia Física**, v. 2, p. 43-56, 2009.

SILVA, Danielle Gomes da; CORRÊA, Antonio Carlos de Barros; AMORIM, Rodrigo de Freitas. Caracterização morfológica e dinâmica ambiental das marmitas (weathering pit) no distrito de fazenda nova, Pernambuco - nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, n. 2, pp. 350-362, 2017.

SILVA, Daniele Gomes. **Evolução Paleambiental dos depósitos de Tanques em Fazenda Nova, Município de Brejo da Madre de Deus – Pernambuco**. 2007. 155 f.Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2007.

SILVA, D. G. **Reconstrução da dinâmica geomorfológica do semiárido brasileiro no Quaternário Superior a partir de uma abordagem multiproxy.** 2013. 227f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2013.

SILVA, A. C. da. **Reconstrução quaternária da dinâmica geomorfológica a partir das análises dos depósitos do baixo curso do Rio Capibaribe/PE.** 2016. 206 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

SILVA, A. F. P.; SOUZA, J. O. P. Geoquímica e mineralogia de depósitos aluviais na bacia do Riacho do Tigre, semiárido paraibano. **Geographia**, v. 22, n. 49, p. 1-14, 2020.

SUGUIO, K. *Geologia Sedimentar*. 1ª Ed. São Paulo: **Edgar Blücher**, 2003. 416p.

SHAKESBY, R. A.; MATTHEWS, J. A. & OWEN, G. The Schmidt hammer as a relative age dating tool and its potential for calibrated-age dating in Holocene glaciated environments. **Quaternary Science Reviews**, v. 25, 2846-2867, 2006.

SHUCHUN Y.; BIN, X.; WEILAN, X.; YUXING, S. Z. L. Lead pollution recorded in sediments of three lakes located at the middle and lower Yangtze River basin, China. **Quaternary International**, 208, p.145-150, 2009.

TUNDISI, Jose Galizia; ABE, Donato S.; STARLING, Fernando. **Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos.** 2006.

TOOTH, S. Downstream changes in dryland river channels: the Northern Plains of arid central **Australia**. **Geomorphology**, v. 34, p.33-54, 2000.

TOOTH, S. Process, form and change in dryland rivers: a review of recent research. **Earth-Science Reviews**, v. 51, p.67-107, 2000.

VIDAL ROMANÍ, J. R.; TWIDALE, C.R. Formas y **Paisajes Graníticos**. A Coruña. Universidade da Coruña, n. 55 p. 74-77, 1998.

VIDAL ROMAÍ, J. R.; RODRIGUEZ, M. V. Types of granite cavities and associated speleothems: genesis and evolution. **Nature Conservation**, v. 63, p. 41-46, 2007.

WALDHERR, F. R.; ARAÚJO JÚNIOR, H.I. RODRIGUES, S. W. O. Origem e morfologia dos tanques naturais do Nordeste do Brasil. **Pesquisas em Geociências**, p. 467-488, 2017.

WILLIAM D. Williams. Dry land lakes. **Lakes e Reservoirs: Research and Management**, v. 37, n. 11, p. 207-212, 2000.

ZERFASS, Henrique, ZERFASS, Geise de Santana dos Anjos. A sedimentação em uma abordagem sistêmica. **Terræ Didática**, v. 12, n. 12, p. 126-149, 2016.

ZHU, M.; LIU, Z; LI; X, LIANG; S, GONG, J; ZHANG, P. Structural division of granite weatherin gcrustsand effective reservoir evaluation in the western segmento fthenor thernbel tof Dongying Sag, Bohai Bay Basin, NE China. **Journal Pre-Poof**, v. 121, p. 1-19, 2020.

TWIDALE, C. R. Granite Landforms. 1 ed. Amsterdam: **Elsevier Scientifi Publishing**, 1982, 372 p.